

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferkrankheiten

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Dr. H.-J. Hering

Die Eignung von Polyglykolsäurefäden
als Oberflächenmaterial in der Mund-
schleimhaut

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der
Zahnheilkunde

der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

Axel Kelm

3582 Felsberg-Gensungen

Marburg 1975



Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin
der Universität Marburg am 15.12.1975

gedruckt mit der Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. Oepen

Referent: Prof. Dr. Dr. H.J. Hering

Korreferent: Prof. Dr. H.F.M. Schmidt



Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet



Die Eignung von Polyglykolsäurefäden als Oberflächennahtmaterial in der Mundschleimhaut

<u>Inhaltsangabe</u>	<u>Seite</u>
I. Einleitung und Problemstellung	3
II. Wunden und deren Versorgung durch Nahtmaterial	4
1. Allgemeine Übersicht	4
2. Möglichkeiten der Wundversorgung durch Nahtmaterial	6
3. Der ideale Faden	7
III. Resorbierbares Nahtmaterial aus Polyglykolsäure	10
1. Chemische, physikalische Eigenschaften von Nahtmaterial aus PGS	10
2. Resorption von PGS-Fäden und damit verbundene Probleme	12

	<u>Seite</u>
IV. Eigene Untersuchungen mit Nahtmaterial aus Polyglykolsäure	15
A. Vorversuche	15
1. Fadenstärke	21
2. Operationstechnik	22
3. Knüpftechnik	24
4. Resorption und deren Kontrolle	26
B. Hauptversuche	27
1. Haltedauer von PGS-Fäden	27
2. Verträglichkeit und Resorption	31
3. Histologie und Resorption	35
V. Diskussion	38
VI. Zusammenfassung	45

I. Einleitung und Problemstellung

In immer größer werdendem Maße gewinnen die Forschungsergebnisse von Physik, Chemie und Biochemie in allen Bereichen der Medizin an Bedeutung. In dem Bestreben, bessere, rationellere und kürzere Heilerfolge zu erzielen, werden ständig neuere Methoden und Materialien entwickelt. Dabei nimmt die Bedeutung des Kunststoffes und seiner Abfallprodukte ständig zu. Durch sie können heute Erfolge erzielt werden, an die man vor 20 Jahren noch nicht zu hoffen wagte. Die durch Forschung und Technik neu gewonnenen Erkenntnisse bringen aber nicht nur für den Patienten angenehmere und bessere Behandlungsmethoden mit sich, sondern auch für den Arzt eine Rationalisierung, die heute bei der ständig steigenden Patientenzahl für die individuelle Therapie dringend benötigt wird.

Im Rahmen dieser Entwicklungen ist mit dem neu gewonnenen Nahtmaterial aus Polyglykolsäure (PGS) ein Faden entwickelt worden, der möglicherweise auch in der Zahnmedizin Verwendung finden kann. Dies zu untersuchen war das Ziel unserer Arbeit, wobei unsere besondere Aufmerksamkeit folgenden Punkten galt:

1. Der Nahttechnik, der Fadenstärke und deren Einflüsse auf die Nahtfestigkeit
2. der Haltedauer der Fäden
3. der Verträglichkeit des Nahtmaterials in der Mundschleimhaut
4. der Histologie der Resorption des Nahtmaterials
5. der Wirtschaftlichkeit und Rentabilität des Fadens.

II. Wunden und deren Versorgung durch Nahtmaterial

1. Allgemeine Übersicht

In der allgemeinen Medizin unterscheidet man verschiedene Formen von Wunden, die man allgemein als eine Kontinuitätsunterbrechung der Haut, Schleimhaut, der übrigen das Skelett umhüllenden Weichgewebe und des Knochens charakterisieren kann. Wunden können sowohl durch äußere Gewalt als auch durch einen chirurgischen Eingriff, um an tiefer liegende Knochen- und Gewebsteile zu gelangen, gesetzt werden. Entsprechend ihrer Entstehungsursache bezeichnet man diese als Quetsch-, Biß-, Schnitt- und Stichwunden. Dabei haben wir in der zahnärztlichen Chirurgie überwiegend Schnitt- und Stichwunden im Bereich der Haut und Schleimhaut zu versorgen.

Die Heilung der Wunden erfolgt in mehreren Stufen, die O. HOFER folgendermaßen beschreibt:

"Zunächst wird der durch die Wunde gesetzte Gewebsverlust durch Blut, Lymphe und Gewebssaft ausgefüllt, wobei sich aus diesem 'Wundsaft' das darin gelöste Fibrin aus seinen Vorstufen herauslöst und die Wundränder provisorisch verklebt. Im weiteren Wundverlauf sprossen nun neue Gefäße und frisches Granulationsgewebe in den Wunddefekt, und mit ihnen wandern Fresszellen, Leukozyten und Histozyten ein, um die vorhandenen Gewebstrümmer abzutransportieren."

Später schrumpft das Granulationsgewebe und wird durch neu gebildete Epithelzellen bedeckt.

Dieser Prozess spielt sich im Prinzip bei allen Wunden gleich ab; nur sind bei glattrandigen und durch eine Naht versorgten Operationswunden die Bedingungen für eine Heilung günstiger und dadurch bedingt die Reaktion des Körpers nicht so heftig und der Heilungsprozess entsprechend kürzer. Es ist daher das Ziel bei jedem chirurgischen Eingriff, möglichst glattrandige, sterile Wunden zu schaffen, die sich leicht durch eine Naht verschließen lassen. In der Regel erfolgt dann die gewünschte Wundheilung, die nach AXHAUSEN, KRANZ, SCHUCHHARDT im Mundbereich in der Regel nach 6 - 8 Tagen abgeschlossen ist.

2. Möglichkeiten der Wundversorgung durch Nahtmaterial

Der Wundverschluß mittels einer Naht kann durch unterschiedliche Materialien erfolgen, die sich jedoch grundsätzlich dadurch unterscheiden, daß sie aus resorbierbarem oder nicht resorbierbarem Material bestehen.

Wie BOSSHAMMER in seiner Dissertationsarbeit schreibt, kann man nach BLOCK die nicht resorbierbaren Nahtmaterialien nach ihrem Grundstoff und ihrer Herstellung in vier Gruppen unterteilen:

- a) Fäden aus Kunststoff wie Nylon, Perlon, Syntofil, Supramid
- b) Fäden aus tierischen Fasern wie Seide, Silkworngut, Haare vom Pferdeschweif und Frauenhaare
- c) Fäden aus pflanzlichen Fasern wie Leinenzwirn, Baumwolle, Ramis und Bast
- d) Drähte aus Metall wie Tantal, Vitallium und Austenit

Bei den resorbierbaren Fäden fand bis vor gar nicht langer Zeit fast ausschließlich das Katgut in verschiedenen Modifikationen als Nahtmaterial Verwendung. Alle anderen Nahtstoffe wie Collafil (aus Beugeschnehen des Rindes), Brokofil und Carnofil (aus Muskelfleisch der Pferde) finden heute so gut wie keine Verwendung. Erst in neuester Zeit ist ein weiterer voll resorbierbarer, synthetischer, aus Polyglykolsäure hergestellter Faden hinzugekommen.

3. Der ideale Faden

Wie aus der Vielfalt der unterschiedlichen Fäden zu ersehen ist, hat man bis heute noch nicht den Faden gefunden, der in jeder Hinsicht den an einen idealen Faden als Nahtmaterial gestellten Anforderungen genügt. Wie schwierig es ist, den idealen Faden zu finden, beweisen allein schon die vielen Forderungen, die an ihn gestellt werden.

So stellen wir, wie BOSSHAMMER sie zum Teil schon in seiner Arbeit forderte, folgende Bedingungen an den idealen Faden:

- a) Der Faden soll eine glatte Oberfläche besitzen, damit der Gewebsdefekt beim Nähen möglichst gering gehalten wird und keinen Schlupfwinkel für Bakterien bietet
- b) eine geringe Fadenstärke mit genügend starker Reißfestigkeit besitzen (ARCHER, AXHAUSEN, KRANZ, TRAUNER)
- c) in der Mundschleimhaut nicht quellen und keine Dochtwirkung entfalten
- d) zum besseren Auffinden beim späteren Entfernen farbig (grün oder schwarz) eingefärbt sein
(TRAUNER, ROSENTHAL, AXHAUSEN).

Hierneben stellen ROSENBERG u. M. zusätzliche folgende Forderungen an den idealen Faden:

- a) Ein guter Faden darf das Gewebe nicht reizen, zu Abszessen führen, die die Fäden abstoßen oder zum Entfernen derselben zwingen
- b) er muß eine Exsudativphase haben, die kurz und mild ist, so daß die Proliferation der Fibroblasten nicht verzögert wird
- c) er muß antigenfrei sein und zu keinen allergischen Reaktionen führen
- d) er muß seine Haltefestigkeit mindestens während der Exsudativphase beibehalten.

Wichtig sind aber auch die Forderungen, die EIBERT u.M. an einen guten Faden stellen. So sollte er die Flexibilität mit guter Manipulierbarkeit und zufriedenstellender Knüpfeigenschaft verbinden. Ferner wären auch Stabilität, Verlässlichkeit nach Sterilisation und Lagerung weitere bedeutende Charakteristika.

Geht man von der Forderung aus, so muß man sagen, daß die nicht resorbierbaren Fäden mit ihren Eigenschaften dem idealen Nahtmaterial am nächsten kommen. Am geeignetsten, allen voran, erwies sich der monofile Nylonfaden, der den Baumwollfaden übertrifft, während dieser wieder der Seide überlegen ist, die häufig zu heftig verlängerter Exsudativreaktion mit Bildung von Fremdkörpergranulomen und Fisteln führt (ROSENBERG). Diese Reaktionen treten zwar auch bei den resorbierbaren Fäden auf, doch ist die Fremdkörpereigenschaft in abnehmendem Maße zeitlich beschränkt, so daß DE VITO die Ansicht vertritt, daß in vielen Fällen die Resorption des Katgutfadens die heftigere exsudative Reaktion aufwiegt.

Allgemein können wir also mit ROSENBERG fordern:

"Der ideale Faden sollte die Vorteile
der nicht resorbierbaren Materialien
besitzen und einige Eigenschaften
der resorbierbaren Materialien beibe-
halten".

III. Resorbierbares Nahtmaterial aus Polyglykolsäure

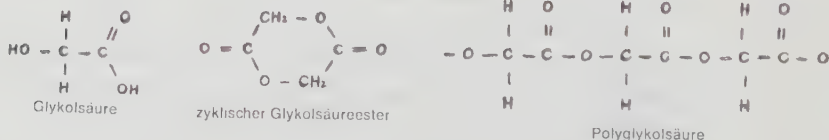
1. Da der Faden in seiner Art völlig neu ist, wäre es zunächst wichtig, einiges über seine Herstellung und chemische Struktur, seine physikalischen und histologischen Eigenschaften zu erfahren.

a) Chemischer Aufbau und Gewinnung des PGS-Fadens

Grundsätzlich läßt sich sagen, daß Dexon^R ein geflochtener Faden aus Polyglykolsäure, einem Homopolymer der Glykolsäure, ist. Dabei stellt die erste Stufe in der Gesamtreaktion eine Selbstreaktion der Glykolsäure dar, um den zyklischen Glykolester zu bilden. Dieser wird dann zusammen mit Wärme und einem Katalysator in ein lineares Polymer von hohem Molekulargewicht verwandelt. Den flüssigen Polyester presst man durch einen Extruder, um ähnliche gleichmäßige Fasern wie beim Dakron und Nylon zu erhalten.

Zum Schluß werden dann diese Fasern zum Nahtmaterial gestrickt und gedreht (MIRANDA, F., ROBALINO).

Abbildung Nr. 1



Chemischer Aufbau und Gewinnung von Polyglykolsäure

b) Physikalische Eigenschaften

Schon beim einfachen Versuch, den geschmeidigen und seidenartigen Faden zu zerreißen, spürt man seine hohe Linearreißkraft. Ähnliche Beobachtungen kann man auch bei der Knotenfestigkeit machen. Daß diese rein subjektiven Beobachtungen nicht täuschen, beweist die von der Firma Cynamid herausgegebene Tabelle.

Tabelle Nr. 1

Linear- und Knotenreißkraft verschiedener Nahtmaterialien der Stärke 3/0 (Cynamid 1968)

<u>Nahtmaterial</u>	<u>Durchmesser</u>	<u>Linear-Reißkraft</u>	<u>Knotenreißkraft</u>
Katgut	0,318 mm	3,03 kg	1,72 kg
PGS	0,254 mm	2,76 kg	1,76 kg
Seide	0,264 mm	2,40 kg	1,54 kg
Dacron	0,246 mm	3,85 kg	1,67 kg
Baumwollzwirn	0,261 mm	1,81 kg	1,22 kg

Mit diesen Werten kann man bezüglich seiner Festigkeit den PGS-Faden in den Bereich der nicht resorbierbaren synthetischen Fäden einordnen (STREICHER).

PGS-Fäden, in Deutschland unter der Markenbezeichnung Dexon^R bekannt, erhält man in den Stärken 2 - 5/0 sowohl als Kurzfäden in Dreierpackungen als auch atraumatisch einzeln, vakuum- und trocken verpackt. Die Sterilisation erfolgt durch Aethylenoxyd. Aufgrund der chemischen Struktur des Fadens und durch die zusätzliche ständige Kontrolle der Herstellerfirma ist eine gleichbleibende Qualität und Fadenstärke gewährleistet. Bezüglich der Lagerung und Haltbarkeit erwies sich der PGS-Faden nach den von ROBALINO angestellten Untersuchungen als äußerst günstig.

2. Resorption von PGS-Fäden und damit verbundene Probleme

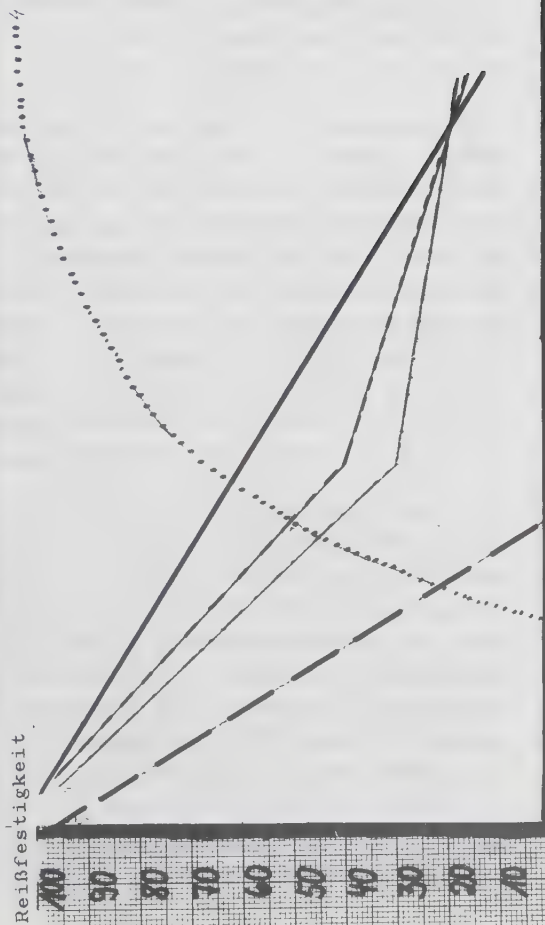
Das Ziel bei der Entwicklung des PGS-Fadens bestand darin, einen resorbierbaren Faden zu schaffen, der in seinen physikalischen Eigenschaften den nicht resorbierbaren Fäden nahe kommt und in seiner Resorptionsdauer und Toxizität noch günstiger ist als Katgut. Wenn man dabei den Angaben in der Literatur glauben kann, so ist dies auch mit dem neuen Faden weitgehendst gelungen.

Wurde Katgut fermentativ abgebaut, so erfolgt die Resorption des PGS-Fadens durch aktive Hydrolyse, wobei J.B. EILERT ein enzymatisches Geschehen nicht ausschließt. Die dabei gebildeten Abbauprodukte, bestehend aus metabolisiertem CO_2 und H_2O , werden, wie die Versuchsstudien mit C^{14} markierten PGS-Fäden zeigen, zum größten Teil durch den Urin und die Lunge ausgeschieden (DE BUREN, O. BERGMAN, STREICHER). Auf diese Eigenschaften des hydrolytischen Abbaues ist auch die von allen Autoren lobend erwähnte Gewebsverträglichkeit zurückzuführen. Dabei zeigen die eingehenden histologischen Untersuchungen von W.R. WALLACE u.M. in der Mundschleimhaut, daß die PGS-Fäden während der ersten 3 Tg. p.o. zu einer leichten bis gemäßigten Entzündung in der Nähe der Fäden führen, bei der jedoch die äußere Reaktionszone kleiner und zellärmer war, als bei anderen vergleichbaren Materialien. Beschrieb W.R. WALLACE jedoch mehr Lymphozyten als polymorphkernige Leukozyten, so gab OLERUD u.M. zum überwiegenden Teil Fremdkörperriesenzellen an.

Nach 5 Tg. p.o. war die Entzündung dann schon weitgehend abgeklungen und lediglich einige Lymphozyten in unmittelbarer Nähe des Fadens zu beobachten.

Zunahme der Reißfestigkeit der Wunde in umgekehrter Abnahme der Reißfestigkeit verschiedener Fäden (zusammengezeichnet nach s.v. Burg u.M. und Hegemann in Anlehnung an Howes)

—	PGS-Faden (3/0)
----	Chromkatgutfaden (3/0)
-.-.-.	Plainkatgutfaden (3/0)
---	infiziertes Katgut (0)
.....	Wunde



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 19 a Impl

Am 7. Tg. p.o. zeigten sich keinerlei Veränderungen in der Nähe der Nahtstelle. Lediglich eine begrenzte Fibroplasie und Epithelproliferation mit wenig verstreuten Lymphozyten um die Fäden konnte W.R. WALLACE u.M. feststellen.

Nach 14 Tg. p.o. beschrieb er eine leichte entzündliche Reaktion, wobei die Fäden von Epithelzellen umgeben waren. Hinzu kam weiter ein leichtes lymphozytäres Infiltrat. Das PGS-Material lag dabei bereits in Fragmentation mit nur noch vereinzelt sichtbaren Fasern vor. Nach 90 Tg. p.o. waren nur noch Spuren von PGS-Material zu finden.

Den verminderten Zufluß von Leukozyten in den Nahtbereich führte R. ARROYAVE u.M. auf die nicht vorhandene Phagozytose von PGS zurück. Dieser reaktionslose Abbau von PGS-Fäden bringt zusätzlich den Vorteil mit sich, daß sie auch in entzündlich infiltriertem Gebiet Anwendung finden können, ohne die vorhandene Entzündung zusätzlich zu fördern (KLENGEL). Der Abbau von PGS erfolgt hier ebenso wie im gesunden Bereich und führt zu keiner gesteigerten Resorption und vorzeitigen Verminderung der Reißfestigkeit, wie wir es bei Katgut finden (R. ARROYAVE u.M.). Abb. Nr. 2.

Wie die Untersuchungen von R. LOPEZ und ROSENBERG u.M. durch ständige Kontrolle - während der Wundversorgung mit PGS - der Transaminase, des Blutes, Stuhls und Urins zeigen, lassen sich keinerlei Anzeichen für evtl. vorhandene Toxizität finden (WOODROW, LONG u.M., ECHEVERRIA). Selbst die im Tierversuch um das 60-fache gegenüber den Normalwerten gesteigerte PGS-Menge führte zu keinerlei Veränderungen der Laborwerte (ROBALINO). Ein weiterer Vorteil von diesem Nahtmaterial besteht in der nicht vorhandenen Antigeneigenschaft, wie wir es bei den bisher bekannten resorbierbaren Nahtmaterialien kennen (v. BARY, BERGMAN, ECHEVERRIA).

IV. Eigene Untersuchungen mit Nahtmaterial aus Polyglykolsäure

A. Vorversuche

Bevor wir mit den eigentlichen Versuchen, deren Ergebnisse wir für die Auswertung verwenden wollten, beginnen konnten, führten wir etliche Vorversuche durch, um die besonderen Eigenschaften von PGS-Fäden und die damit verbundenen Probleme kennen zu lernen. Unsere besondere Aufmerksamkeit galt dabei

1. Fadenstärke
2. der Operationstechnik
3. der Knüpftechnik, um ein vorzeitiges Lösen der Knoten zu verhindern
4. der Resorption und deren Kontrolle von PGS-Fäden.

Sowohl die zu den Vorversuchen als auch zu den Hauptversuchen erforderlichen Eingriffe wurden nach Anleitung von PROF. DR. DR. H.J. HERING in der väterlichen Praxis von DR. G. KELM und in der Bundeswehrzahnstation von Hessisch-Lichtenau durchgeführt. Als Nahtmaterial wurde der Polyglykolsäurefaden der Firma B. BRAUN, Melsungen, verwandt, der unter der Bezeichnung DEXON^R auf dem Markt bekannt ist. Es fanden sowohl Kurzfäden als auch atraumatische Fäden Verwendung. Die Kurzfäden entnahmen wir einer 3-er Vakuumpackung, bei der die einzelnen Fäden auf einer Plastikrolle aufgewickelt sind. Im Gegensatz dazu finden wir die atraumatischen Fäden einzeln, vakuumverpackt auf einer Plastikrolle aufgewickelt.

Vor der Operation wurden die PGS-Fäden steril dieser Rolle entnommen, ohne Verletzung der Oberfläche des Fadens durch die Oese der Nadel eingefädelt und die beim Einfädeln mit der Assistenz in Berührung gekommenen Fadenenden abgeschnitten. Zum Nähen fanden sowohl runde als auch mit Schneidende versehene gerade und halbkreisförmige Nadeln mit Federoehr Verwendung.

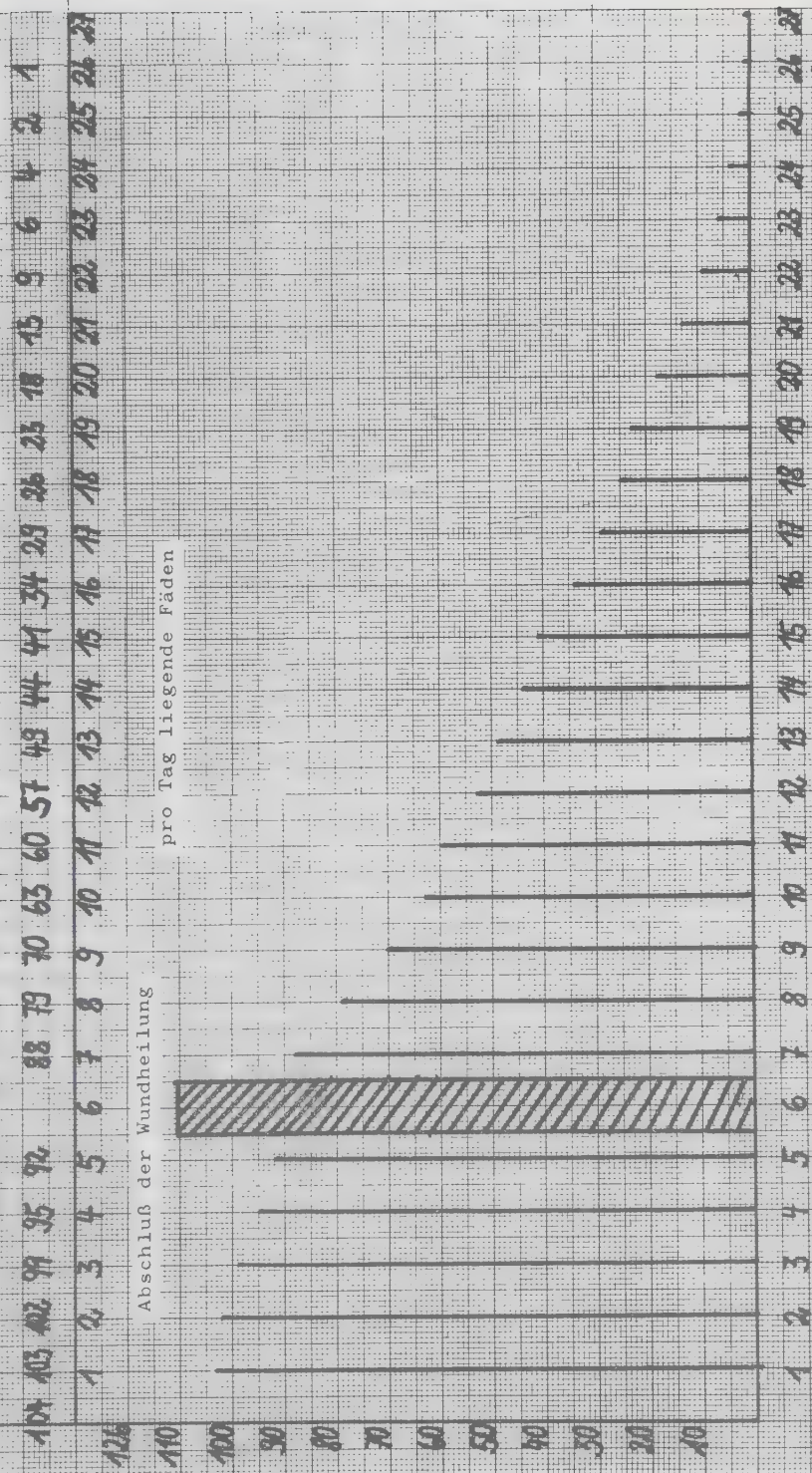
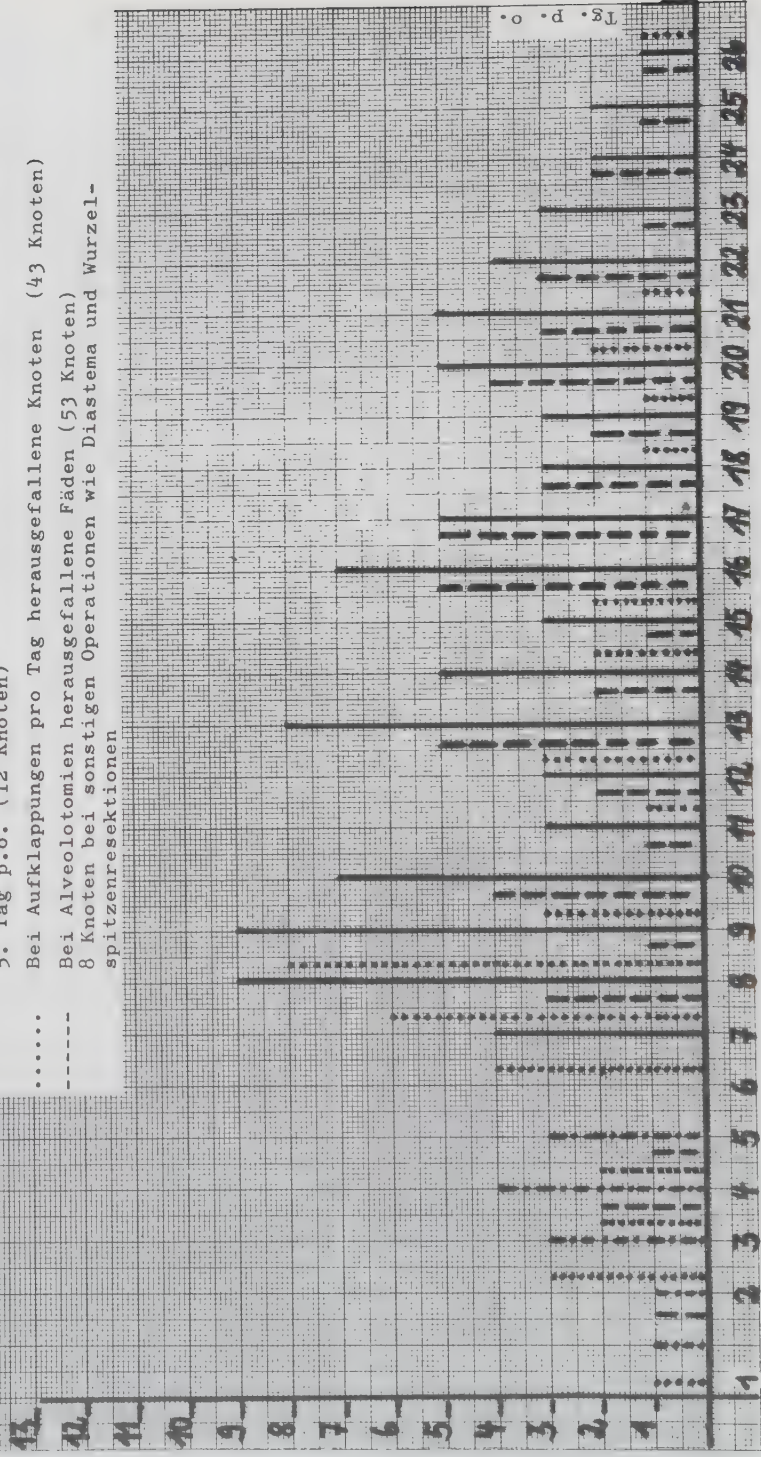


Abb. Nr. 3

Anzahl der Fäden

- Insgesamt durch Resorption herausgefallene Fäden (92 Knoten)
- .-.-.- Vorzeitig durch gelöste Knoten herausgefallene Fäden bis zum 5. Tag p.o. (12 Knoten)
- Bei Aufklappungen pro Tag herausgefallene Knoten (43 Knoten)
- Bei Alveolotomien herausgefallene Fäden (53 Knoten)
- 8 Knoten bei sonstigen Operationen wie Diastema und Wurzel-
spitzenresektionen



BEI AUFLAPPUNGEN ZUR ENTFERNUNG VON WURZELN PRO TAG
 HERAUSGEFALLENE FADEN

 BEI AUFLAPPUNGEN ZUR ENTFERNUNG RETINIERTER UND VER-
 LAGERTER 3. MOLAREN UND ECKZAHNE PRO TAG HERAUSGEFALLENE
 FADEN

 DURCH GELÖSTE KNOTEN VORZEITIG HERAUSGEFALLENE FADEN

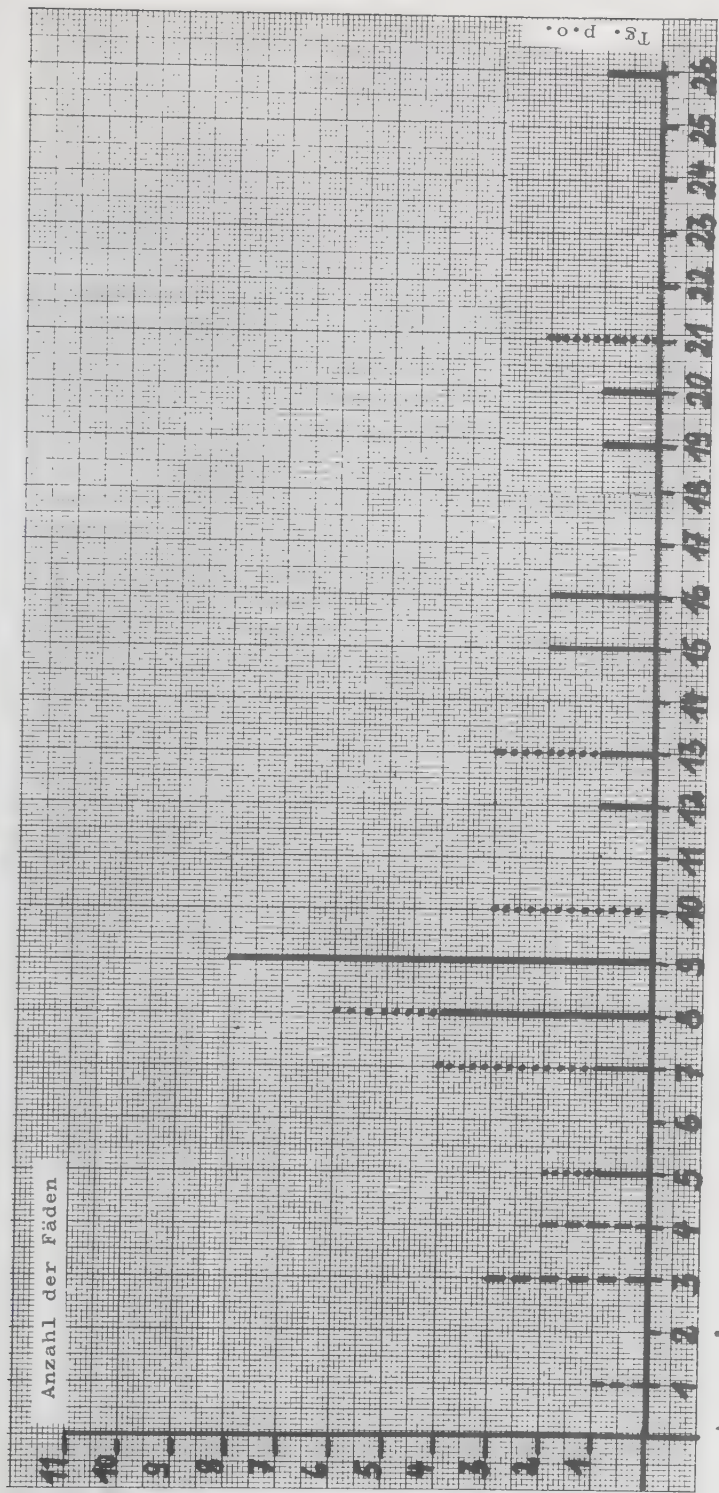


Abb. Nr. 5

1. Fadenstärke

Polyglykolsäurefäden werden in den Stärken 2 - 5/0 geliefert. Bei unseren Vorversuchen benutzten wir die Fadenstärken 0, 2/0, 3/0. Dabei erwies sich die Fadenstärke 0 als zu steif und unhandlich und führte trotz vorsichtiger Nahtweise zu einem relativ großen Nahttrauma in der zarten Mundschleimhaut. Auch konnten wir trotz später herausgefundener optimaler Knüpftechnik öfters ein Lösen der Knoten beobachten.

Diese Nachteile waren zwar nicht bei der Fadenstärke 3/0 gegeben, doch konnten wir jedoch auf Grund des geringen Durchmessers der Fäden häufig ein Ein- bzw. Durchreißen der Schleimhaut zunächst bei der Fixation des Knotens und später beim Kauakt feststellen. Diese Schleimhautverletzungen führten dann zu unnötigen Nekrosen. All diese nachteiligen Beobachtungen, wie wir sie bei den Fadenstärken 0 und 3/0 machen konnten, ließen sich bei der Fadenstärke 2/0 nicht in diesem Maße beobachten. Der Faden erwies sich als geschmeidig, mit guter Knotenfestigkeit und führte bei normaler Zugspannung nicht zum Ein- bzw. Durchreißen der Schleimhaut. Auch bezüglich der Linearreißkraft, an die wegen der Belastung in der Mundhöhle durch die Eigenspannung der Schleimhaut, das reflektorische Zungenspiel und die funktionell-mechanische Belastung während des Kauaktes besondere Ansprüche gestellt werden, erwies sich diese Fadenstärke als nahezu optimal (Tabelle Nr. 1).

Eventuell vorhandene Bedenken bezüglich zu schneller Resorption des 2/0 starken Fadens konnten ausgeschlossen werden. Hier zeigte es sich nämlich, daß die normale Wundheilung weitaus schneller erfolgte als die Resorption des Fadens (Abbildungen 2, 3, 4).

2. Operationstechnik

Alle Eingriffe, in den Vorversuchen als auch in den Hauptversuchen, wurden unter Lokalanästhesie durchgeführt, wobei sowohl Scandicain als auch Xylocain gespritzt wurde. Nach Abschluß des eigentlichen operativen Eingriffs wurden evtl. vorhandene Knochenreste und scharfe Kanten beseitigt und anschließend die Wunde mit physiologischer Kochsalzlösung und mit 3%-igem Wasserstoffsuperoxyd ausgewaschen. Um mögliche Infektionen zu verhindern, sofern noch nicht vorhanden, und um den primären Wundschmerz zu lindern, wurden je nach Bedarf entweder Apernyl- oder Leukasekegel in die Wunde eingelegt. Zusätzlich wurde ein Teil der Wunden mit Gelastyptschwämmchen verschlossen.

Da wir die Ligatur nur zur Fixation bzw. zur Adaptation der Mundschleimhaut legten, konnten wir auch während der gesamten Versuche kein Reißen des Fadens feststellen. Diese Festigkeit darf jedoch den Operateur in dem Bestreben, die Wundränder glatt und ohne zu klaffen aneinander zu legen, nicht dazu verführen, den Knoten zu fest anzuziehen. Unnötiger Zug könnte sonst leicht ein Einreißen bzw. Durchreißen der Schleimhäute mit sich bringen und somit zu zusätzlichen Ernährungsstörungen und Nekrosen führen. Um diese Gefahr des Durchreißens zu verringern, legten wir die Einstichstellen 3 - 5 mm von den Wundrändern entfernt. Der Abstand zwischen den Knoten betrug ca. 3 - 7 mm. Durch diese Maßnahme schlossen wir einerseits das Durchreißen des Gewebes ziemlich aus, andererseits war aber auch genügend Raum zum Abfluß der Gewebsflüssigkeit vorhanden (Bild Nr. 1). Die Fadenenden ließen wir ca. 4 - 5 mm in die Mundhöhle ragen, um ein evtl. vorzeitiges Lösen der Knoten zu verhindern (BRAUN u.M.), und um bei der späteren Resorptionskontrolle mit der zahnärztlichen Pinzette den Faden besser fassen zu können.

Die operativen Eingriffe wurden nach methodischen Angaben von HERING und SCHUCHHARDT durchgeführt. Durch diese Schnittführung ist es meistens möglich, den Knoten auf eine feste Unterlage seitlich des Wundrandes auf den Knochen zu legen. Hierdurch wird die Belastung des Fadens und der Wunde durch die mechanische Bewegung im Munde verringert. In diesem Rahmen muß aber auch erwähnt werden, daß einem Teil der Patienten direkt nach der Operation bzw. vorher eine partielle oder totale Prothese eingegliedert wurde. Durch diese prothetische Versorgung war natürlich ein zusätzlicher Schutz des Fadens mit entsprechender längerer Liegedauer gegeben.

Bild Nr. 1



Frisch mit PGS-Material versorgte Extraktionswunde nach Alveolotomie im Frontzahnbereich

3. Knüpftechnik

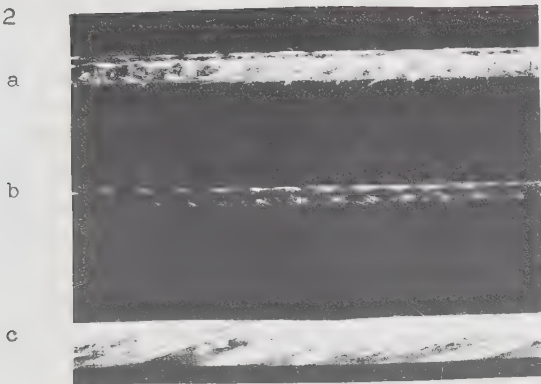
Im Rahmen dieser Untersuchungen stellte das Knüpfen der Knoten ein besonderes Problem dar. Wollen wir mit dem PGS-Faden die gewünschten Erfolge erzielen, so müssen wir dabei folgende Punkte beachten:

Der erste Knoten muß exakt und fest an der gewünschten Stelle sitzen, da ein späteres Nachschieben und eine Korrektur durch den zweiten Knoten nicht möglich ist. Wird dies nicht beachtet, so löst sich der erste Knoten und sitzt ganz lose auf der Wunde, so daß durch die klaffenden Wundränder die an die Naht gestellten Forderungen nicht erfüllt werden.

Einige Autoren waren zwar der Meinung, daß der einfache doppelte Knoten genügt. Doch haben unsere Erfahrungen gezeigt, daß sich dieser Knoten fast ausnahmslos bis zum 4. Tg. p.o. löste. Auf der Suche nach einem brauchbaren Knoten haben wir dabei zunächst jeweils drei gegenläufige Knoten geschlungen. Spätere Versuche zeigten aber, daß auch zwei gegenläufige Knoten genügen. Dabei ist es auf Grund der geflochtenen Struktur des Fadens (Bild Nr. 2) völlig unwichtig, in welcher Reihenfolge die Fadenenden zuerst geschlungen werden. Auf Grund der so gewonnenen Ergebnisse können wir folgende Knüpftechnik empfehlen:

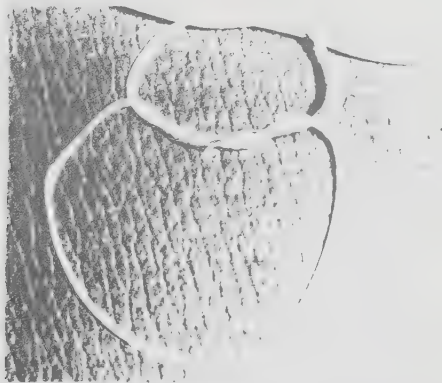
Zunächst wird ein doppelt geschlungener Knoten geknüpft und, ohne all zu großen Zug auszuüben, in der gewünschten Lage festgelegt. Anschließend setzen wir hierauf einen gegenläufigen "Stopknoten" (Bild Nr.3).

Bild Nr. 2



Photographisch vergrößerte Gegenüberstellung von
a) Seide, b) Dexon^R, c) Katgut

Bild Nr. 3



Der für PGS-Fäden optimale Knoten (chirurgischer Knoten)

4. Resorption und deren Kontrolle

Als beendete Resorption nahmen wir den Zeitpunkt an, an dem der Faden die an ihn gestellte Haltefunktion nicht mehr erfüllte. Dies war dann gegeben, wenn der Faden sich spontan löste, in die Mundhöhle fiel oder durch leichten Zug mit der zahnärztlichen Pinzette riß und entfernt werden konnte. Es genügte also allgemein, wenn die Kontinuität des Fadens an einer Stelle unterbrochen war, um von einer Resorption sprechen zu können.

Um eine ziemlich genaue Aussage über die Verwendungsmöglichkeiten von PGS-Fäden in der Oralchirurgie machen zu können, beobachteten wir den Faden und den Wundverlauf während der ersten 10 Tg. p.o. - bis über den Abschluß der normalen Wundheilung hinaus - sehr eingehend, wobei den Patienten aufgetragen wurde, bei etwaigem Fernbleiben darauf zu achten, wann sich bei den Fäden die Knoten gelöst hatten oder diese mit intaktem Knoten herausgefallen sind. Später erfolgte dann die Kontrolle alle 2 Tage. Auf besondere Mundhygiene wurde kein Wert gelegt. Neben der Beobachtung mit dem bloßen Auge fanden zusätzlich ein Stomatoskop nach HINSELMANN und Lupen mit starker Vergrößerung Verwendung. Unser Interesse galt dabei besonders möglichen Reaktionen der Mundschleimhaut in der Nähe der Einstichstellen und innerhalb der mit PGS-Fäden versorgten Wunde.

Um bessere Vergleichsmöglichkeiten zu haben, photographierten wir einen Teil der Fäden die ersten 10 Tg. p.o. fast täglich - später alle 8 Tage. Als Photoapparat diente uns eine Leica. Die Vergrößerung betrug dabei das 2,5-fache. Zur Ausleuchtung des Operationsfeldes benutzten wir zusätzlich neben den gängigen zahnärztlichen Operationsleuchten ein Blitzlichtgerät. Aus phototechnischen Gründen beschränkten wir uns bei den Aufnahmen auf die vorderen Alveolarkämme, wie bei Kammglättungen, Extraktionen mehrerer Frontzähne usw.

B. Hauptversuche

1. Haltedauer von PGS-Fäden

In den Hauptversuchen wurde der in den Vorversuchen beschriebene Polyglykolsäurefaden mit der Stärke 2/0, die dort angegebene Operationsmethode und Nahttechnik mit den überkreuzten Knoten (chirurgischen Knoten) verwandt. Das Ziel dieser Untersuchungen sollte dabei die Beantwortung folgender Fragen sein:

1. Wie groß ist die Haltedauer von PGS-Fäden in der Mundschleimhaut
2. wie groß ist die Verträglichkeit und Resorption von Nahtmaterial aus PGS
3. wie ist die Histologie und Resorption von PGS-Material.

Dabei standen uns zur Beantwortung dieser Fragen insgesamt 47 Patienten zur Verfügung, wovon ein Teil bereits Prothesenträger war oder es direkt nach der Operation wurde. An ihnen fanden 104 PGS-Fäden mit der Stärke 2/0 Verwendung, wobei 92 zur Auswertung kamen; die restlichen 12 konnten nicht berücksichtigt werden, da der Knoten sich vorzeitig gelöst hatte. Zwar wurden bei 18 weiteren Patienten Ligaturen gelegt, doch konnten die Nachkontrollen nicht in dem geforderten Maß durchgeführt werden, so daß die Patienten nicht in die Wertung einbezogen werden konnten. Bei den 47 Patienten war die Indikation für eine Wundversorgung mit Nahtmaterial aus PGS bei folgenden Eingriffen gegeben:

- a) 26 Fälle mit einer Aufklappung zur Entfernung von retinierten Eckzähnen, verlagerten und retinierten unteren 3. Molaren, radices relictæ und tief frakturierten Wurzeln mit insgesamt 43 Einzelnähten,
- b) Kammglättungen nach Extraktion mehrerer Zahneinheiten,
- a1) im Rahmen präprothetischer Eingriffe,
- b2) bei Blutungsneigung in der Anamnese mit insgesamt 53 Einzelnähten.

Einen genauen Überblick über die Anzahl der durchgeführten Versuche gibt dabei Tabelle Nr. 2 wieder, aus deren Aufschlüsselung sich ergibt:

- a) Die Gesamtzahl der durchgeführten Operationen und die Zahl der dabei gelegten PGS-Fäden
- b) die Anzahl der Fäden und Fälle aufgeschlüsselt nach deren Indikation
- c) die Anzahl der Fäden, die während der einzelnen Tg. p.o. herausgefallen sind
- d) durch eine gestrichelte Linie den Tag der abgeschlossenen Wundheilung.

Während der ersten 5 Tage fielen die Nähte nur durch das Lösen der Knoten heraus.

Konnten wir während der Vorversuche häufig ein Lösen der Fäden beobachten, so war dies während der Hauptversuche relativ selten der Fall. So fielen bei 104 Fäden 12 durch Nichtresorption heraus, was ungefähr einem Durchschnitt von 10 % entspricht. Zurückzuführen ist dieses vorzeitige Herausfallen der Fäden auf:

1. Herausreißen der Fäden während des Kauaktes
2. durch nicht ganz genaues Knüpfen und Legen der Knoten, was im Bereich des 3. Molaren manchmal recht schwierig ist.

Die genaue Auswertung der so gewonnenen Ergebnisse ergab für die restlichen 92 durch Resorption gelösten PGS-Fäden mit der Stärke 2/0 eine mittlere Liegezeit (M) von circa 15 Tg., wobei die Streuung (σ) ungefähr 3,1 Tg. betrug. Interessant wäre in diesem Rahmen zusätzlich die mittlere Liegedauer (M) der PGS-Fäden bei den unterschiedlichen Eingriffen, die bei

- a) Aufklappungen zur Entfernung verlagelter und retinierter Eckzähne, 3. Molaren und radices relictæ $M = 12 \pm 3,4$ Tg.
- b) bei der Entfernung mehrerer Zahneinheiten bei Blutungsbereitschaft in der Anamnese, Kammglättungen und präprothetischen Eingriffen $M = 16 \pm 3,1$ Tg. betrug.

2. Verträglichkeit und Resorption von Nahtmaterial aus PGS

Konnten wir die mittlere Resorptionszeit von circa 15 Tg. p.o. als recht positiv betrachten, so erwies sich auch die Gewebsverträglichkeit und Resorption von PGS als äußerst günstig.

War der Knoten exakt gelegt und die Nadel möglichst schonend durch das Gewebe geführt, so konnten wir in den folgenden 8 - 10 Tg. p.o. keinerlei pathologische Veränderungen an der Nahtstelle beobachten. Die Wundheilung wurde in keiner Weise negativ beeinflusst oder sogar verzögert. Die Einstichstelle verhielt sich während dieser Zeit völlig neutral und war nach 7 Tagen von der gesunden Schleimhaut des umgebenden Gewebes nicht zu unterscheiden.

Bild Nr. 4



Extraktionswunde nach 7 Tagen p.o.

Der Versuch bis zum 6. Tg. p.o., den Faden mit der zahnärztlichen Pinzette zu zerreißen, um somit den Nachweis für evtl. vorhandene teilweise Resorption des Fadens zu erbringen, erwies sich in allen Fällen als unmöglich.

Ab dem 7. Tg. fielen dann die ersten Fäden spontan heraus bzw. ließ sich durch leichten Zug mit der Pinzette die Kontinuität der Fäden unterbrechen. Das anschließende Herausziehen der Fäden ging jedoch nicht so glatt wie bei einem anderen Nahtmaterial. Da der Faden im Gewebe haftete, ließ er sich ab der 1. Woche nicht mehr so glatt durchziehen und führte beim Entfernen zu leichten Blutungen aus der Einstichstelle.

Bis zum 28. Tage konnten wir so gut wie kein pathologisches Geschehen sowohl an der Einstichstelle als auch an der Wunde beobachten. Lediglich bei 2 Fällen zeigte sich in der Gruppe a (Aufklappungen) ab dem 20. Tage p.o. an der Einstichstelle ein stecknadelkopfgroßes Granulationsgewebe. Hervorgerufen wurde diese Gewebswucherung wahrscheinlich als Reaktion auf den chronischen Reiz in Form von nervösem Zungenspielen mit dem Fadenende seitens des Patienten.

Bild Nr. 5



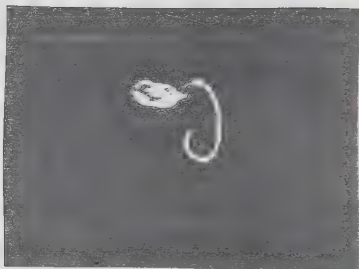
Oberer Alveolarkamm mit PGS-Fäden nach 14 Tagen p.o.

Bild Nr. 6



Unterer Alveolarkamm mit PGS-Material nach 20 Tagen p.o.

Bild Nr. 7



Durch Resorption gelöster Faden nach 3 Wochen p.o.

3. Histologie des PGS-Fadens

a) Methodik

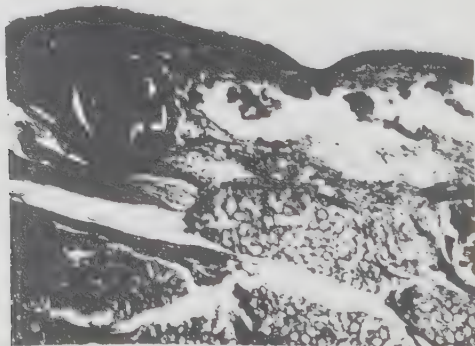
Da der PGS-Faden ein geflochtenes Material ist, lassen sich sowohl vom unverarbeiteten als auch in Resorption befindlichen Faden isoliert sehr schlecht Schnittpräparate zur mikroskopischen Untersuchung herstellen. Diese konnten daher nur von Fäden innerhalb des Gewebes gemacht werden. Uns standen Präparate aus der Schleimhaut von Hunden und Kaninchen zur Verfügung. Das Material für die Präparate wurde von der Firma B. BRAUN, Melsungen, nach meinen Anweisungen in den Abständen von 3, 8, 14 und 21 Tagen p.o. entnommen, in Paraffin eingebettet und gefärbt (H.E. VAN GIESON und AZAN). Das histologische Bildmaterial im Rahmen dieser Arbeit wurde ebenfalls von der Firma B. BRAUN nach meinen Anweisungen angefertigt und uns dann zur Verfügung gestellt. Unsere Untersuchungen dieser Präparate im Lichtmikroskop ergaben dann folgende Ergebnisse.

b) Ergebnisse der histologischen Untersuchungen

- a1) Bei den Betrachtungen konnten wir am 3. Tg. p.o. mäßige Mengen von fibrinösem Exsudat feststellen. Die Zahl der entzündlichen Zellen war relativ gering, wobei mehr Lymphozyten als polymorphkernige Leukozyten feststellbar waren.
- b1) Das Bild am 7. Tg. p.o. zeigte eine kleine periphere Reaktionszone, die vom umgebenden Gewebe abgegrenzt war. Einige Lymphozyten waren in unmittelbarer Nähe des Fadens feststellbar. Beginn deutlicher Kapselbildung und Infiltration des Fadeninneren (Bild Nr. 7).

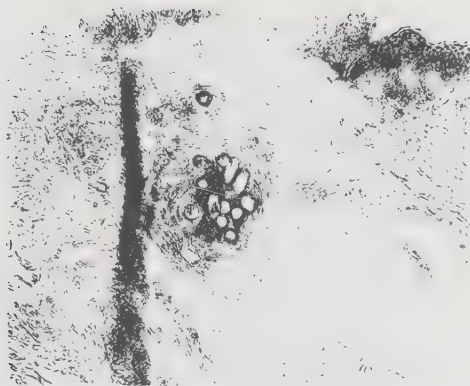
- c1) Am 14. Tg. p.o. lagen einzelne Fasern des Fadens in Fragmentation vor. Um und zwischen den Fasern lagen Stränge von Fibroblasten und Fibrozyten sowie einzelne multinucleäre Riesenzellen vom Fremdkörpertypus (Bild Nr. 9).
- d1) Ab der dritten Woche bestand das Präparat zum überwiegenden Teil aus Narbengewebe, in dem vereinzelt Leukozyten, Lymphozyten und Plasmazellen verstreut waren. Um den jetzt deutlich fragmentierten PGS-Faden lagern weiterhin vereinzelt multinucleäre Riesenzellen (Bild Nr. 10).
- e1) Ab dem zweiten Monat war dann die Resorption nahezu völlig abgeschlossen. Die mit PGS-Material versorgte Stelle ließ sich nur noch durch Narbengewebe bestimmen.

Bild Nr. 8



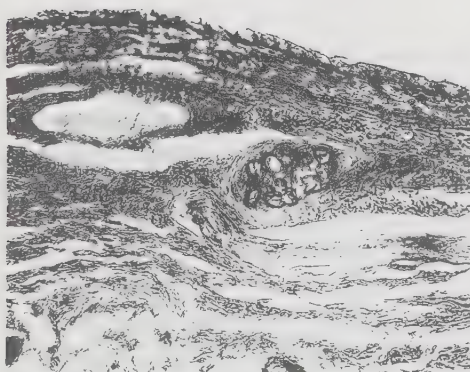
DEXON^R nach 7 Tagen p.o. (Mundschleimhaut
Kaninchen)

Bild Nr. 9



DEXON^R nach 14 Tagen p.o. (Oberlidschleimhaut
Kaninchen)

Bild Nr. 10



DEXON^R nach 21 Tagen p.o. (Oberlidschleimhaut
Kaninchen)

V. Diskussion

Wie an der Themastellung zu ersehen ist, sollte das Ziel unserer Untersuchungen die Beantwortung der Fragen sein:

1. Wie weit ist grundsätzlich das neue resorbierbare Nahtmaterial aus Polyglykolsäure in der zahnärztlichen Chirurgie verwendbar?
2. Welche möglichen Vorteile bringt gegenüber anderen Nahtmaterialien - besonders Katgut - dieses neue Material aus PGS mit sich?

Zur Beantwortung dieser Fragen konnten wir uns deshalb nicht allein mit den aus unserer Arbeit gewonnenen Ergebnissen begnügen, sondern zogen noch zum Vergleich mit anderen resorbierbaren Nahtmaterialien die Ergebnisse von BOSSHAMMER'S Inauguraldissertation über Katgut hinzu.

Zwar sind auch andere Untersuchungen über PGS bekannt. Besonders wäre dabei die Veröffentlichung von W.R. WALLACE u.M. mit dem Thema "Vergleich von PGS-Nahtmaterial mit Seide, Chrom- und Plainkalgut im Oralbereich" zu erwähnen. Die hier veröffentlichten Ergebnisse ziehen wir ebenfalls zu unserer Abschlußbetrachtung hinzu. Beschränkt sich W.R. WALLACE u.M. weitgehendst auf histologische Untersuchungen bezüglich der Gewebsverträglichkeit des Fadens in der Mundschleimhaut, so legen wir besonderen Wert auf die Beantwortung folgender Fragestellungen:

1. Welche Einflüsse die Nahttechnik und Fadenstärke von PGS-Nahtmaterial auf die Liegedauer hat
2. wie ist die Haltedauer von PGS-Fäden
3. wie ist die Verträglichkeit des Materials in der Mundschleimhaut
4. wie ist die Histologie der Resorption des PGS-Materials
5. wie ist die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität von PGS-Fäden (DEXON^R).

1. Einflüsse der Nahttechnik und Fadenstärke auf die Liegedauer von PGS-Fäden

Um die gewünschten Erfolge zu erzielen und um ein vorzeitiges Lösen der Knoten zu verhindern, müssen wir grundsätzlich einige Dinge bei der Handhabung beachten. Dexon^R ist ein geflochtener Faden mit einer großen Linearreißkraft und Knotenfestigkeit. Es genügt daher für die zahnärztliche Chirurgie die Fadenstärke 2/0. Stärkere Größen neigen, abgesehen von dem unnötigen Nahttrauma, vermehrt zum Lösen der Knoten. Zwar konnten wir diese Beobachtungen anfänglich auch bei der Fadenstärke 2/0 machen, wenn wir zwei chirurgische Knoten nicht gegenläufig legten. Es empfiehlt sich daher, zwei gekreuzte Knoten, evtl. sogar drei Knoten, zu legen, um ein vorzeitiges Lösen der Fäden zu verhindern. Dabei ist es völlig uninteressant, in welcher Reihenfolge die Knoten geschlungen werden. Zu beachten ist jedoch zusätzlich, daß der erste Knoten exakt und fest an der gewünschten Stelle liegt, da ein Nachschieben mit dem zweiten Knoten so gut wie unmöglich ist.

2. Haltedauer von PGS-Fäden

Von besonderer Bedeutung ist der Vergleich der Haltedauer zwischen Katgut und PGS-Fäden.

BOSSHAMMER gibt in seiner Arbeit von Plaincatgut eine mittlere Liegedauer von $6,31 \pm 1,5$ Tagen p.o. und von Chromcatgut von $8,09 \pm 0,20$ Tagen p.o. an. Für normale Bedingungen mit einer Wundheilung von 6 - 8 Tagen (KRANZ, SCHUCHHARDT, AXHAUSEN) mag diese Liegedauer von Chromcatgut genügen. Doch bei erschwertem und verzögertem Wundverlauf löst sich der Katgutfaden vor Abschluß der Wundheilung, wodurch die Naht mit diesem Material in Frage gestellt wird.

Anders verhält es sich bei den PGS-Fäden. Wir ermittelten aus 92 Fäden bei 43 Patienten bei unterschiedlichen Eingriffen eine mittlere Liegezeit von $15 \pm 3,1$ Tagen p.o. Dieser Zeitpunkt liegt somit fast 100 % über der Zeit der normalen Wundheilung. Selbst bei verzögerter Wundheilung ist somit die Gefahr vorzeitigen Herausfallens des Knotens so gut wie nicht gegeben.

Im Rahmen dieser Beobachtungen ist aber nicht nur der Vergleich der mittleren Liegedauer der Fäden interessant, sondern auch der Zeitraum, in dem die Knoten herausfallen. Löste sich beim Katgut der größte Teil zwischen dem 5. und 10. Tage p.o., so fielen die meisten PGS-Fäden erst zwischen dem 7. und 24. Tage p.o. heraus.

Zu erklären ist diese Tatsache mit der schnellen Resorptionszeit von Katgut am Eintrittspunkt in die Schleimhaut. Hier sind die meisten Fäden spätestens an dem 7. Tage p.o. so stark resorbiert, daß die Knoten spontan von selbst herausfallen oder durch leichten Zug die Kontinuität der Schlinge unterbrochen und die Fäden gezogen werden können. Dieser Versuch war bei den PGS-Fäden selbst nach dem 15. Tg. p.o. oft noch recht schwierig. Bei dem anschließenden Ziehen des Fadens mußten wir ab dem 8. Tag einen gewissen Widerstand überwinden und verursachten leichte Blutungen. Die makroskopischen und mikroskopischen Untersuchungen dieser gewaltsam zerrissenen und gezogenen Fäden zeigten, daß es bei den Fäden aus PGS nicht wie beim Katgut Prädisloktionsstellen für die Resorption gibt, wie sie BOSSHAMMER an dem Übergang vom Speichermilieu zur Schleimhaut beschreibt, sondern daß der Faden innerhalb des Gewebes gleichmäßig stark durch Hydrolyse resorbiert wird. Dabei setzt natürlich

der Übergang zwischen Gewebe und Mundhöhle etwaigen mechanischen Belastungen den geringsten Widerstand entgegen und zerreißt hier am ehesten.

Dies ist auch die Erklärung dafür, daß sich bei ein- und demselben Patienten die Fäden nicht in einer relativ kurzen Zeitspanne lösen, sondern entsprechend ihrer Belastung in einem Zeitraum bis zu 10 Tagen herausfallen. Entsprechend diesen Überlegungen war daher auch die mittlere Liegedauer des PGS-Fadens bei Alveolotomien länger als bei Aufklappungen. Abgesehen davon, daß die Belastung des Fadens hier relativ gering ist, besaßen die meisten Patienten bei diesem Eingriff entweder schon vor der Operation eine Prothese oder wurden sofort nach der letzten Operation mit einer Interimsprothese versorgt. Diese Prothesen stellten einen zusätzlichen Schutz dar und verlängerten entsprechend die mittlere Liegedauer, die sich praktisch mit dem Zeitpunkt totaler Resorption deckte.

3. Die Verträglichkeit von PGS-Material in der Mundschleimhaut

Wie schon andere Autoren (R.W. WALLACE u.M., S. OLERUND) schreiben, so konnten auch wir eine gute Gewebsverträglichkeit beobachten. Bei den von uns gelegten 92 Fäden bei 43 Patienten ließen sich so gut wie keine pathologischen Veränderungen feststellen. Der Wundverlauf durch den Faden aus PGS wurde in keinsten Weise gestört. Die leichte Rötung der Einstichstelle und Ödembildung an der Einstichstelle während der ersten Tage war bald rückläufig und ab dem 7. Tage nicht mehr feststellbar. Bemerkenswert war dabei die Beobachtung, daß der Faden sich selbst in von vornherein entzündetem Mundbereich völlig neutral verhielt und nicht wie Katgut beschleunigt abgebaut wird, wie es E.L. HOWES, RABINOWITSCH u.a. beschreiben. Lediglich bei 2 Patienten konnten wir ab der dritten Woche eine geringe Granulation an der Einstichstelle beobachten, was wahrscheinlich hauptsächlich auf den chronischen Reiz durch nervöses Zungenspiel mit dem Fadenende zurückzuführen ist, vielleicht auch auf umschriebene Stichkanalinfektion.

4. Histologie der Resorption von PGS-Material

Dieses positive klinische Bild spiegelt sich in den histologischen Schnitten aus der Schleimhaut von Hunden und Kaninchen wieder. Konnten wir beim Chromcatgutfaden aufgrund seines Abbaus durch Phagozytose vermehrt polymorphkernige Leukozyten, ein Dominieren von Histozyten und eine schwankende Zahl von Lymphozyten feststellen, so zeigten sich bei den Fäden aus PGS als vorherrschende Zellart Fibroblasten, Riesenzellen und vereinzelt Leukos und Lymphozyten.

Die in der Schleimhaut festgestellten Ergebnisse decken sich auch weitgehend mit den von W.R. WALLACE in der menschlichen Schleimhaut gemachten Befunden.

5. Wirtschaftlichkeit und Rentabilität von PGS-Nahtmaterial

Der neue Faden PGS ist von der Firma B. BRAUN, Melsungen, unter der Bezeichnung DEXON^R auf dem Markt bekannt. Er ist traumatisch und atraumatisch in der Fadenstärke 5/0 - 2, trocken und vakuum-verpackt im Handel erhältlich. Als etwas unpraktisch und unrentabel erwies sich jedoch die Dreierpackung. Da bei vielen zahnärztlichen Operationen nicht alle Fäden benötigt werden und ein längeres steriles Lagern und Nachsterilisieren in der zahnärztlichen Praxis schlecht möglich ist, verteuert sich die Anwendung von PGS-Nahtmaterial - DEXON^R - durch Fortwerfen überflüssiger Fäden erheblich. Da Dexon^R andererseits ein synthetisches Produkt ist, aus billigen und in unbegrenzter Menge vorhandenen Rohstoffen besteht, wird es trotz möglicher hoher Verluste bei der Verarbeitung später eventuell doch rentabler sein als das natürliche mit großem Aufwand gewonnene Katgut.

VI. Zusammenfassung

Fand bisher ausschließlich Katgut in der zahnärztlichen Chirurgie als resorbierbares Nahtmaterial Verwendung, so war das Ziel dieser Arbeit die Beantwortung der Frage, wie weit das neue Nahtmaterial aus PGS zukünftig in der Oralchirurgie als Oberflächennahtmaterial benutzt werden kann. Dabei galt unser besonderes Interesse folgenden Problemen:

1. Einflüsse der Nahttechnik und Fadestärke auf die Liegedauer von PGS-Fäden
2. der Haltedauer von PGS-Fäden
3. der Verträglichkeit von PGS-Material in der Mundschleimhaut
4. der Histologie der Resorption von PGS-Material
5. der Wirtschaftlichkeit in der modernen zahnärztlichen Chirurgie.

Zur Beantwortung der Fragen wurden dabei 104 Fäden gelegt.

1. Nahttechnik und Fadenstärke

Der PGS-Faden besitzt eine große Linearreißkraft und Knotenfestigkeit. Es wird daher in der zahnärztlichen Chirurgie die Fadenstärke 2/0 empfohlen. Als ideale Knüpftechnik empfehlen wir zwei gegenläufige Knoten, wobei der erste exakt und fest gelegt werden muß, da ein Nachschieben unmöglich ist.

2. Haltedauer von PGS-Fäden

Die mittlere Liegedauer für PGS-Fäden liegt bei circa $15 \pm 3,1$ Tg. p.o.

Die durchschnittliche Liegedauer bei PGS-Fäden liegt somit, geht man von einer Liegedauer von circa 7 Tg. bei Katgut aus, bei 5 - 6 Tg. über der von Katgut. Zu betonen ist, daß selbst in entzündlich infiltriertem Gebiet die Resorption nicht beschleunigt wird.

3. Verträglichkeit von PGS-Material in der Mundschleimhaut

Nahtmaterial aus PGS zeigt sich in der Mundschleimhaut als sehr gewebsfreundlich und führte mit der Ausnahme von 2 Fällen selbst nach einer Liegezeit von 3 Wochen zu keinerlei pathologischen Veränderungen der Wunde und um den Stichkanal.

4. Histologie und Resorption

Der PGS-Faden wird durch die Hydrolyse abgebaut und führt daher zu keinerlei größerer zusätzlicher Gewebsinfiltration. Als vorherrschende Zellart konnten wir Fibroblasten, Riesenzellen und vereinzelt Leukozyten feststellen.

5. Wirtschaftlichkeit und Rentabilität

Der neue Faden ist ein synthetisches Produkt, das bei entsprechender Entwicklung der Produktion und Verpackung wahrscheinlich wirtschaftlicher als Katgut ist, da die zur Herstellung erforderlichen Rohstoffe in genügender Menge und gleichbleibender Qualität zur Verfügung stehen. Man kann also sagen, daß die Anwendung des neuen Fadens aus PGS als resorbierbares Nahtmaterial in der zahnärztlichen Chirurgie empfehlenswert ist. Ein besonderes Anwendungsgebiet von Nahtmaterial aus Polyglykolsäure wird im Bereich der zahnärztlichen Unfallchirurgie liegen, da hier einerseits häufig mit infizierten Wunden zu rechnen ist, andererseits durch die Kieferbruchschienung die Wunden später als nach 14 Tg. zugänglich sein werden. Bedingt durch die nicht beschleunigte Resorption im Falle einer Infektion ist die Naht bis zum Abschluß der endgültigen Wundheilung gewährleistet. Andererseits muß aber auch gesagt werden, daß bei normalen chirurgischen Eingriffen in der Zahnarztpraxis - wenn resorbierbares Nahtmaterial verwandt wird - mit einer durchschnittlichen Liegedauer von 6 - 8 Tagen und einer Nachheilung von circa 7 Tagen Katgut voll genügt.

Literaturverzeichnis

- ARCHER, W. Die Chirurgie des Mundes und der Zähne, 3. Auflage, Band I, Medica Verlag Stuttgart, Wien, Zürich (1966) 64
- ARROYAVE, R.
CINTORA, I. Experience with suture derived from glycolic acid (PGA). In: Rev. Col. Med. Guatemala 21 (1970) 63 - 67
- AXHAUSEN, G. Die allgemeine Chirurgie in der Z.M.K.-Heilkunde. J.F. Lehmanns Verlag, München/Berlin 1940
- S. v. BARY u.M. Erste Erfahrungen mit einem neuen absorbierbaren synthetischen Nahtmaterial (DEXON^R). Klinik und Forschung Chirurg 43 (1972) 271 - 274
- BERGMAN, F.O.
BORGSTRÖM, S.J.H.
HOLMLUND, D.E.W. Synthetic absorbable surgical suture material (PGA). In: Acta chir. Scand. 137 (1971) 193 - 200
- BOSSHAMMER, W. Inauguraldissertation. Die Eignung von Katgut als Nahtmaterial in der Mundschleimhaut Marburg 1968
- BLOCK, W. Zur Pathophysiologie der chirurgischen Naht. In: Klin. Med. 18 (1963) 11 - 23

- BRAUN, B. Wissenswertes über das chirurgische
SPEIER, F. Nahtmaterial.
MARGOTTE, E. In: Melsunger Med. Pharm. Mittlg.
Sonderdr. (1957)
- DE BUREN Etude d'un nouveau material de
suture synthetique resorbavle
Chirurg. Abt. Hospital de la
Providence Neuchâtel
- DE VITO, R.V. Healings of wounds.
In: Surg. Clin. North. Am., Vol. 45
(1965) 453
- EILERT, J.B. Polyglycolic acid synthetic
BINDER, P. absorbable suture.
McKINNEY, P.W. In: Amer. J. Surg. 121 (1971)
BEAL, J.M. 561 - 564
CONN, J.
- ECHEVERRIA, E. Erprobung eines absorbierbaren
synthetischen Nahtmaterials.
In: Surgery Gynecology
Juli 1970 Band 131, S. 1 - 14
- HERING, H.J. Die Schnittführung bei der Ent-
fernung ret. unterer Weisheitszähne.
In: Zahnärztl. Welt/Ref.
(1964) 324
- HOFER, F. Allgemeine Chirurgie in der Zahn-,
BERGMAN, H. Mund- u. Kieferheilkunde.
In: Lehrbuch der klinischen Zahn-,
Mund-, Kieferheilkunde J.A. BARTH,
Leipzig 1969, Band 1, S. 3 - 23

- HOWES, E.L. Factores determining the loss of strength of catgut when embedded in tissue.
In: Journ. Americ. Med. Assoc. 90 (1928) 530 - 532
- KRANZ, P.P. Chirurgie des prakt. Zahnarztes, J.A. BARTH Verl. Leipzig
4. Auflage 1957
- KLENGEL, W. Referat anlässlich des 107 Northwest-deutschen Chirurgenkongresses in Hannover am 18.6.1971 im 2. Hauptthema "Neuerungen der chirurgischen Nahttechnik"
- KLENGEL, W. Referat eines Vortrages auf dem Kolloquium über Fortschritte auf dem Gebiet des Wundverschlusses am 19.2.1972 in Bremen
- KLENGEL, W. Nahtmaterial. In: Die Schwester 10 (1971) 34 - 36
- LOPEZ, J.R. Application de la sutura sintetica absorbible dextron en cirugía de urgencias en el hospital general "San Juan De Dios" 21st. National congress of Medicine, Guatemala, December 1970
- NOCKEMANN, P.F. Die chirurgische Naht.
Gg. Thieme Verl. Stuttgart (1968)
- OLERUD, S. Vascular reactions to PGA suture material. Lancet I (1970)

- ROSENBERG, D. Emprêgo de nôvo fio des sutura absor-
vível, sintético (o ácido poliglicólico)
em cirurgia, especialmente gastrin-
testinal.
In: Revta. paul. Med. 77 (1971)
1 - 2, 19 - 22
- ROSENTHAL, W. Spez. Z.M.K.-Chirurgie.
Joh. Ambr. Barth Verl. Leipzig
(1951)
- SCHUCHHARDT, K. in HÄUPL, MEYER, SCHUCHHARDT,
Die Z.M.K.-Heilkunde, III. Bd. Teil 1.
Verl. Urban & Schwarzenberg
München/Berlin (1957)
- STREICHER, H.J. Vortrag auf der Tagung der Mittel-
rheinischen Chirurgenvereinigung in
Karlsruhe am 14. - 16.10.1971
- TRAUNER, R. in PICHLER/TRAUNER,
Kiefer- und Gesichtschirurgie.
I. Bd. Zahnärztl. Chirurgie
IV. Aufl. Verl. Urban u. Schwarzenberg
München und Berlin S. 40 - 42
- WALLACE, W.R.
MAXWELL, G.R.
CAVALARIS, C.J. Comparison of polyglycolic acid suture
of black silk, chromic, and plain
catgut in human oral tissues.
In: Journal Surg. 28 (1970) 739 - 746
- WOODROW, W.
LONG Anwendung von Polyglykolsäure Naht-
material bei Zirkumzisionen.
In: Southern Medical Journal 65
(1972) Nr. 6.

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, Herrn Prof. Dr. Dr. Hans-Jürgen Hering für die Überlassung des Themas und die wertvolle Beratung und Unterstützung bei der Ausarbeitung der Dissertation aufrichtig zu danken.

Weiterhin gilt mein Dank der Firma B. Braun und Herrn Priv. Doz. Dr. Kirsch für die mir bei der Ausarbeitung dieser Dissertationsarbeit gewährte Unterstützung zur Herstellung und Deutung der histologischen Präparate.

Lebenslauf

Ich Axel, Ottmar, Günter Kelm, Sohn des Zahnarztes Dr. Günter Kelm aus Gensungen und seiner Ehefrau Ursula, geb. Rudolff, wurde am 9. Oktober 1943 in Gensungen, Kreis Melsungen, geboren. Meine Schwester ist fünf Jahre jünger als ich.

Von Ostern 1950 bis 1955 besuchte ich die Volksschule in Gensungen und von 1955 bis 1965 die König-Heinrich-Schule in Fritzlar, an der ich 1965 die Reifeprüfung ablegte. Nach einjähriger Wehrdienstzeit bei der Bundesmarine begann ich zunächst das Studium der Naturwissenschaften an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn. Nach dem Sommersemester 1965 konnte ich mich für das Studium der Zahnmedizin an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn qualifizieren. Nach weiteren zwei Semestern bestand ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und legte nach dem Wintersemester 1969 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Nachdem ich nach dem Sommersemester 1971 die zahnärztliche Prüfung und 1972 die Approbation erhalten hatte, ging ich für ein halbes Jahr zur Bundeswehr, um meine Restwehrdienstzeit abzuleisten. In dem selben Jahr heiratete ich auch meine Ehefrau Gisela, geb. Pempe. Während der Bundeswehrzeit begann ich die Arbeit an meiner Promotion. Ab Januar 1973 war ich dann in Fritzlar bei einem Kollegen als Assistenzarzt tätig. Am 1. April 1974 gründete ich mit meinem Vater in Gensungen, Neue Str. 8, eine Gemeinschaftspraxis.

Axel Kelm

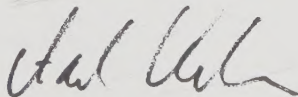
Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren
und Dozenten, sämtlich in Marburg an der Lahn:

Haan, Hennis, Hering, Heuser, Hort, Hupe, Janke, Karlson,
Korb, Mahr, Mann, Mattes, Niemeyer, Pantke, Petry, Pfütz,
Rieken, Rohen, Rosemann, Salfeld, Schiff, Schnell, Schmidt,
Seidel, Siegert, Vogt, Walcher, Witzel, Zillike.

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Marburg zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel: "Die Eignung von Polyglykolsäurefäden als Oberflächennahtmaterial in der Mundschleimhaut" in der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten Marburg an der Lahn (Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. dent. Dr. med. H.-J. Hering unter der Leitung von Prof. Dr. med. Dr. med. dent. H.-J. Hering mit der Unterstützung der Fa. B. Braun, Melsungen) ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung keine anderen als die in der Dissertation aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht noch die vorliegende oder eine andere Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Marburg, den 22. Juli 1975

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'H. Hering', written in a cursive style.

